

**A TESTSÜLYSZÁZALEKON ALAPULÓ
TAKARMÁNSZÜKSÉGLETI TERVEZÉS ÚJABB MÓDSZERE
A LINEÁRIS PROGRAMOZÁS SEGÍTSÉGÉVEL**

DR. ISTÓK BARNABÁS—DR. PERGE IMRE

A XX. században a mezőgazdasági tudomány és gyakorlat ugrás-szerű fejlődésnek indult. Az új és új tudományos megállapítások az adatok sokaságát eredményezték, amelyek elraktározása a régi módszerekkel immár lehetetlenné válik a legtöbb szakember számára. A rohanó munkatempó ugyanakkor alapismereti viszonylatban nehezzé teszi a könyv gyakori használatát. Az új és új adatok felfogása, megtartása ma már csak egyféleképpen lehetséges, ha azokat a törvényszerű ismeretek szemléletének dialektikusan összefüggő rekeszébe raktározzuk, ahonnan azok bármikor könnyen kiemelhetők, rugalmasan alkalmazhatók.

Az elmondottak fokozottan érvényesek az állattenyésztés, közelebbről a takarmányozás területére. Az állattenyésztésben elsősorban az állatok korhoz viszonyított optimálisan elérhető testsúlyainak ismerete volt gyenge oldala a mezőgazdasági iskolákból kikerült fiatal szakembereknek. Ennek egyszerű használati ismereteit Bródy (cit. 3) növekedés-törvényszerűségi megállapításainak alátámasztásával Istók (3) 1961–64-ben kidolgozta.

A takarmányozás területén a táplálóanyag és takarmányszükséglet képezte a legrégebbi időktől a gyakorlat számára történő egyszerűsítés tárgyát. Már 1901-ben Hensch Árpád a Magyaróvári Gazdasági Akadémia egykori tanára az állatállomány nagyságát egységesen számosállatban fejezte ki. Ebből kiindulva jött létre később az egy számosállat évi táplálóanyag és takarmányszükségletének (50 q szárazanyag, 23 q keményítőérték, 3,3 emészthető fehérje), használata a takarmányszükségleti tervezéshez.

Ez az állatállomány változó összetételére való tekintettel még a nagy számok törvényszerűsége alapján sem felel meg a gyakorlat igényeinek, mert 1,26 testsúlyszázalék keményítő értéket és 14% fehérje koncentrációt jelent egységesen, holott pl. a szarvasmarhák átlagban 1,0 testsúlyszázalék, a baromfiak 4 testsúlyszázalék körüli (súlypontosított átlaggal 1,5 testsúlyszázalék keményítőérték, 15% fehérje koncentráció) keményítőérték mennyiséget igényelnek. Ezért

a továbbiakban kidolgozásra került az egyes állatfajokra vonatkozó számosállatonkénti táplálóanyag és takarmányszükséglet. A gyakorlat számára azonban ezek használata sem kielégítő, mert:

1. A számosállat szerinti számolás nem egyezik a jelenleg használt súlymérték-egységgel (kg, q, dk). Nem logikus és nem gyakorlati például a 0,5, 3, 30 stb. kg testsúlyokat 500 kg élősúlyban kifejezni (0,001, 0,006, 0,06 stb. számosállat, vagy szarvasmarha egység). E számok használatának jellegzetessége az például, hogy a globális takarmányszükségleti számításoknál a baromfi legtöbbször kimarad a tervezésből számosállatban történő kifejezésének nehézsége miatt, holott például Magyarország baromfiállományának bár összes súlya csak cca 6%-a az összállatsúlynak, abrakszükséglete kétszerese az 55%-ot kitevő szarvasmarha állományának.
2. A számosállatonkénti táplálóanyag és takarmányszükséglet adatai a termelési lehetőségekhez igazodó számolásra nem elég alkalmasak, mivel nem állapítható meg könnyen ezekből a napi adagok nagysága.

Hasonló jellegzetességeket mutat az 1000 kg élősúlyra történő számolás azzal a különbséggel, hogy nemcsak a kis állatokat nehéz 1000 kg élősúlyhoz viszonyítani, de a takarmányszükséglet nagysága sincs kidolgozva erre.

Mindezek tehát nem jobbak, mint az abszolút számokból kiinduló takarmányszükségleti tervezés, valamint az 1 db állatra szóló éves takarmányszükségleti adag (használják termelőszövetkezeteink) és az 1 db állatra szóló havi tápanyag és takarmányszükségleti előírás (használják állami gazdaságaink), mert mindegyiket csak táblázattal lehet használni, s egyiket sem lehet a speciális helyi lehetőségeknek megfelelően alkalmazni. Emellett használatuk nem adja a szükséglet teljes szemléletét, mivel nem osztja a szükséglet téli és nyári időszakra csak téli, nyári takarmányokra, s ennek ellenére az évszaktól függetlenül takarmányoz. Így pedig lehetetlen a termelést a szükséglettel egyenlegbe hozni.

Az újabb időkben mindezek miatt egyre gyakrabban hangzik el a tervezés egyszerűsítésének, illetve ésszerűsítésének igénye. A takarmányszükségleti tervezés területén jelentős változtatást a testsúlyszázalék szerinti táplálóanyag és takarmányszükséglet módszere hozott (Istók 1958). E módszer már a testsúlyszázalékos szükségletből kiindulva, a közép súly ismeretében valamely időszakra (tél, nyár) globálisan, egyszerűen kiszámítható megoldással állapítja meg a táplálóanyag és takarmányszükségletet.

Számításai a következő képletből indulnak ki:

$$\text{Állatsúly} \times \text{napok száma} \times \frac{\text{‰}}{100}, \text{ illetve egyszerűsítve átlag-}$$

$$\text{állatsúly} \times \frac{\text{napok száma}}{100} \times \text{testsúlyszázalékos napi adag. Pl.}$$

télire: állatsúly $\times 2 \times \%$. Mivel a százalék száma legtöbbször egyjegyű szám, segítségével könnyen és globálisan lehet fejből számolni bármilyen nagy állatsúly esetében. Perge I. e módszert nomogramra is alkalmazta (6), sőt később a vetésterület nagyságának és a vetésterület alapján eltartható állatsúly mértékének megállapítására is használható nomogramokat szerkesztett Istók B. módszere, illetve adatai alapján. Ezekkel kevés áttanulmányozás után megoldható a takarmányszükségleti és takarmánykészlet szétosztási tervezés, vetésterület-szükséglet, eltartható állatlétszám megállapítása, de csak ha 1 q állatsúly napi szükségletét készen kiszámítva ismerjük. Továbbmenően azonban, a gyakorlat számára olyan megoldásra van szükség, amely a táplálóanyag szükségletnek megfelelő takarmánymennyiséget határozza meg a takarmány konkrét tápértékének alapján ár kalkuláció közbeiktatásával, s ebből kiindulva egyszerűen meghatározható a szükséglet. Ilyen módszer kidolgozása a jelen dolgozat feladata.

A módszer leírása

A táplálóanyag szerinti testsúlyszázalékos takarmányszükséglet megállapításához a testsúly százalékos táplálóanyagszükséglet ismeretéből, a hozzávetőleges testsúlyszázalékos takarmányfogyasztás mértékéből, illetve lehetőségeiből kell kiindulni. Ezeket a testsúlyszázalékos takarmányfogyasztás jellegzetességeinek leírásából (Istók 1953-64.) ismerhetjük. A testsúlyszázalékos táplálóanyagszükséglet megállapítása, mint azt a régebbi leírás jelzi, ugyancsak a testsúlyszázalékos életfenntartó táplálóanyagszükségletből indul ki, azon alapon, hogy a testsúly felénél a testsúlyszázalékos keményítőérték szükséglet 20%-al nagyobb, tizedénél 80%-al nagyobb. Így a kiinduló testsúlyszázalékos keményítőérték-szükségletet a testsúly felénél 1,2-del, tizedénél 1,8-el kell megszorozni valamely élősúly életfenntartó energiaszükségletének megállapításához. Az összes keményítőérték-szükséglet viszont az életfenntartóból szorzószámok (1-3-ig) segítségével állapíthatók meg (4.). Az emészthető fehérjét viszont a fehérje koncentráció (10-20, illetve 10-25, illetve 10-30) jellegzetesség (4.) szerinti megállapítása mutatja.

Az így számított testsúlyszázalékos keményítőértéket ismerve, a testsúlyszázalékos takarmányadagok takarmányértéktől függő nagyságát úgy határozzuk meg, hogy a testsúlyszázalék számmal megszorozzuk az 1 kg takarmány keményítőértéket. Pl. a szarvasmarhaállomány testsúlyszázalékos átlagszüksége 1,1% 3500 liter tejtermelés mellett. Ezt fedezi:

0,7 ts $\%$ széna á. 0,28 kg kem. ért. össz.	$0,7 \times 0,28 = 0,18,$ eddig 0,18% kem. érték.
0,8 ts $\%$ tak. szalma á. 0,2 kg kem. ért. össz.	$0,8 \times 0,2 = 0,16,$ eddig 0,34 ts $\%$ kem. érték.
4 ts $\%$ silókuk. szilázs á. 0,14 kg kem. ért. össz.	$4,0 \times 0,14 = 0,56,$ eddig 0,9 ts $\%$ kem. érték.

$$0,35 \text{ ts } \% \text{ abrak á. } 0,65 \text{ kg kem. ért. össz.} \quad 0,35 \times 0,65 = 0,23, \\ \text{eddig } 1,13 \text{ ts } \% \text{ kem. érték.}$$

Az emészthető fehérjeszükséglet szempontjából való megfelelést a következőképpen állapítjuk meg:

1. A testsúlyszázalékos keményítőérték-szükségletet megszorozzuk a szükséges fehérjekoncentrációval. Így megkapjuk a testsúlyszázalékos keményítőérték nagyságának megfelelő fehérje mennyiségét summázott takarmányszázalékban.
2. Ezután a testsúlyszázalékos takarmányszükségletet, illetve tervezett számokat megszorozzuk az illető takarmány százalékos fehérjetartalmával. A fehérjetartalom akkor megfelelő, ha az 1 alatt kapott fehérje mennyiségét, számát közelítjük meg a kapott eredmények összeadásával.

Előbbi példánkból: a szarvasmarhaállomány fehérjeszükséglete 1,1 testsúlyszázalék keményítőérték-szükséglet, és 15% fehérjekoncentráció mellett:

	$1,10 \times 15$	— 16,50
A takarmányok fehérjei adnak:		
0,70 ts % lucernaszéna (á. 10% emfeh.)	$0,70 \times 10$	— 7,00
0,80 ts % takarmányszalma (á. 1,1% emfeh.)	$0,80 \times 1,1$	— 0,88
4,00 ts % silókuk. szilázs (á. 1,2% emfeh.)	$4,00 \times 1,2$	— 4,70
0,35 ts % abrak (á. 14 ts % emfeh.)	$0,35 \times 14$	— 4,90
összesen:		17,58

A kijött szám tehát a szükséglethez viszonyítva bő fehérjeellátást jelent, a 15% fehérjekoncentráció helyett $\left(\frac{17,58}{1,1}\right)$ 15,9%-ot. Kivánság szerint tehát a lucernaszéna egy része rétiszenával helyettesíthető.

A most ismertetett módszer hiányossága még, hogy számtalan variációban és változatban elkészíthető (az állatok takarmányszükségleti terve), amely mind biztosítja ugyan a tápanyagszükségletet, azonban gazdaságosság szempontjából más és más, ezenkívül nem ad útmutatást, arra, hogy az egyes takarmányokból a tápanyagok ismeretében mennyit válasszunk.

A jelenlegi rutintervezés nem alkalmas arra és nem is biztosítja azt, hogy a számtalan változat közül a legkedvezőbbet válasszuk ki a költségkihatás szempontjából. E probléma megoldásában azonban nagy segítséget jelent számunkra a lineáris programozás, amely lehetővé teszi az adott feltételek között a legkedvezőbb arányok meghatározását.

Az egyszerűség és az összehasonlíthatóság érdekében a probléma bemutatására egy konkrét példával szolgálunk.

Egy gazdaságban az alábbi tápértékű és költségű takarmányok találhatók:

	Kem. érték ‰	Fehérje ‰	Száraz anyag ‰	1 q ára Ft
Széna	30	10	84	100
Takarmányszalma	20	1	85	65
Nedvdús	10	0,5	30	35
Abrak	60	20	87	205

Tegyük fel, hogy a szarvasmarha takarmányozási tervét készítjük el. (Hasonlóan lehet természetesen bármely más állat takarmányozási tervét is elkészíteni.) Ismeretes, hogy a szarvasmarha keményítőérték szüksége napi 1,1 testsúlyszázalék. (Testsúlyszázalék a továbbiakban ts‰.)

A takarmányféleségekből a szarvasmarhát a körülmények figyelembe vétele mellett (száraz anyag, jóllakottság érzete stb.) az alábbi módon kell ellátni:

a) A széna és a szalma együtt nem haladhatja meg a 2 testsúlyszázalékot.

b) A nedvdús takarmány nem haladhatja meg a 10 ts‰-ot.

c) Az abrak ne legyen több 0,3 testsúlyszázaléknál.

Meghatározandó az 1,1 ts‰-os keményítőérték biztosítása mellett az a program, amelyhez minimális költség tartozik.

A feltüntetett adatok értelmében

$$100 x_1 + 65 x_2 + 35 x_3 + 205 x_4$$

függvény minimumát kell megkeresni a következő feltételek mellett

a) $x_1, x_2, x_3, x_4 \geq 0$

b) $x_1 + x_2 \leq 2$

$x_3 \leq 10$

$x_4 \leq 0,3$

$0,3 x_1 + 0,2 x_2 + 0,1 x_3 + 0,6 x_4 = 1,1$,

ahol x_1, x_2, x_3 és x_4 sorrendben az egyes takarmányféleségekből szükséges ts‰-okat jelöli. E problémához az alábbi induló táblázat tartozik.

	x_1	x_2	x_3	x_4	
u_1	1	1	0	0	2
u_2	0	0	1	0	10
u_3	0	0	0	<u>1</u>	0,3
u_4	0,3	0,2	0,1	0,6	1,1
	-100	-65	-35	-205	0
	0,3	0,2	0,1	0,6	1,1

A megoldást az alábbi táblázatok alapján kapjuk meg:

	x_1	x_2	x_3	u_3	
u_1	<u>1</u>	1	0	0	2
u_2	0	0	1	0	10
x_4	0	0	0	1	0,3
u_4^*	0,3	0,2	0,1	-0,6	0,92
	-100	-65	-35	205	61,5
	0,3	0,2	0,1	-0,6	0,92

	u_1	x_2	x_3	u_3	
x_1	1	1	0	0	2
u_2	0	0	1	0	10
x_4	0	0	0	1	0,3
u_4^*	-0,3	-0,1	<u>0,1</u>	-0,6	0,32
	100	35	-35	205	261,5
	-0,3	-0,1	0,1	-0,6	0,32

	u_1	x_2	u_4^*	u_3	
x_1	1	1	0	0	2
u_2	3	1	-10	6	6,8
x_4	0	0	0	1	0,3
x_3	-3	-1	10	-6	3,2
	5	0	350	-5	373,5
	0	0	-1	0	0

	u_1	x_2	u_3	
x_1	1	1	0	2
u_2	3	1	6	6,8
x_4	0	0	1	0,3
x_3	-3	1	-6	3,2
	-5	0	-5	373,5

Az utolsó táblázat szerint az optimális program a következő:

$$\begin{aligned}x_1 &= 2 \\x_2 &= 0 \\x_3 &= 3,2 \\x_4 &= 0,3\end{aligned}$$

Az utolsó sorban azonban szerepel egy nulla is. Ez azt jelenti, hogy az x_2 bevonása változatlanul hagyja a program értékét, amiből viszont az következik, hogy ilyen módon újabb optimális programhoz jutunk.

	x_2	
x_1	1	2
u_2	1	6,8
x_4	0	0,3
x_3	1	3,2
	0	373,5

	x_1	
x_2	1	2
u_2	1	4,8
x_4	0	0,3
x_3	1	5,2
	0	373,5

$$\begin{aligned}x_1 &= 0 \\x_2 &= 2 \\x_3 &= 5,2 \\x_4 &= 0,3\end{aligned}$$

Ezen az úton több optimális program nem nyerhető. Ez azonban nem jelenti azt, hogy csupán e két optimális program létezik. Tet-szés szerinti viszonzyszámok segítségével, melyek összege 1, újabb opti-mális programot nyerhetünk. E viszonzyszámokat úgy választjuk meg, hogy a szarvasmarha emészthető fehérjeszükségletét biztosítsuk.

A szarvasmarha emészthető fehérjeszükséglete a keményítőérték 15 %-a, illetve 0,165 ts%. Mivel az első program 0,276 ts%, a máso-dik pedig 0,106 ts% fehérjét biztosít, ezért a

$$0,106(1-x) + 0,276x = 0,165$$

egyenletből

$$0,170x = 0,059$$

és így

$$x \approx 0,35,$$

illetve

$$1-x = 0,65$$

Tehát az első programot 35 %-ban, a másodikat pedig 65 %-ban kell megvalósítani és így az

	0,35	0,65
x_1	2	0
x_2	0	2
x_3	3,2	5,2
x_4	0,3	0,3

adatok alapján az optimális értékek

$$\begin{aligned}x_1 &= 0,35 \cdot 2 + 0,65 \cdot 0 = 0,7 \\x_2 &= 0,35 \cdot 0 + 0,65 \cdot 2 = 1,3 \\x_3 &= 0,35 \cdot 3,2 + 0,65 \cdot 5,2 = 4,5 \\x_4 &= 0,35 \cdot 0,3 + 0,65 \cdot 0,3 = 0,3\end{aligned}$$

Amennyiben természetesen nem ennyi emészthető fehérjét akarunk biztosítani, a viszonyszámokat akkor is meg tudjuk választani. Megjegyezzük, hogy e program alkalmazása jelentős népgazdasági megtakarítással jár, amiről egyszerű számolással könnyen meggyőződhetünk. Gondoljunk például a következő, a gyakorlatban is előforduló takarmányozási tervre

$$\begin{aligned}x_1 &= 0,5 \\x_2 &= 1 \\x_3 &= 6,3 \\x_4 &= 0,2\end{aligned}$$

Ez a takarmányozási terv is biztosítja az összes tápanyagokat (fehérje, keményítőérték, száraz anyag) ugyanolyan mértékben, mint az általunk adott optimális program, viszont egy közepes gazdaságnál is évi 100 000 Ft-tal drágább.

Az ismertetett takarmányozási program az egyik legfontosabb tápanyagra, a keményítőértékre épül. Megjegyezzük, hogy az egyes takarmányfélések költsége arányos a bennük levő keményítőértékkel, vagy legalábbis ezen arányok körül ingadozik. Ez ad lehetőséget több optimális program megvalósítására.

Természetesen elképzelhető más takarmányozási program is, amelyben a tápanyagok mellett a gazdaság rendelkezésére álló takarmánykészletét is teljes egészében figyelembe vesszük. Ezzel azonban egy következő dolgozatban szeretnénk foglalkozni.

Összefoglalás

A növénytermesztés-állattenyésztés összhangjának létrehozásához a helyi viszonyokhoz alkalmazott takarmányozási terv elkészítésére van szükség. E célra jól megfelelnek a testsúly százalékában kifejezett, rugalmasan változtatható takarmányadagok. (1.) Jelen tanulmány

bebizonyítja, hogy a lineáris programozás alkalmazása a tervezést — a rutin alapján elkészített tervvel szemben — lényeges költségmegtakarítása mellett is lehetővé teszi. Példaként egy konkrét feladat megoldása szerepel, amikor az adott gazdaságban 4 féle takarmányra tervezünk. A számítások elvégzése megmutatja, hogy az egyes takarmányokból hány testsúlyszázalék az állat napi fejadagja, lényeges költség megtakarítása mellett. (Egy közepes gazdaság megtakarítása évi 100 000 Ft.)

NEUE PLANUNGSMETHODE DER NUTZTIERFÜTTERUNG MIT DER HILFE DER LINEAREN PROGRAMMIERUNG

Dr. B. Istók—Dr. I. Perge

Zusammenfassung

Zur Verwirklichung eines Produktionseinklanges zwischen Pflanzenbau und Tierzucht ist die Zusammenstellung eines den örtlichen Umständen angepassten Fütterungsplanes erforderlich. Diesem Zweck entsprechen die in den Körpergewichtsprozenten ausgedrückten, elastisch veränderlichen Futterrationen. (1.)

Die vorliegende Arbeit beweist, dass die Anwendung der linearen Programmierung die Plating — im Vergleich zu der Rutinplating — mit wesentlicher Einsparung ermöglicht.

Als Beispiel wird die Lösung einer Aufgabe vorgeführt, wobei im gegebenen Wirtschaftsbetrieb 4 verschiedener Futter ist. Die Durchführung der Berechnungen gibt Aufschluss darüber, Wieviel Körpergewichtsprozenten die taglichen Ration der Tier aus Futter, neben der Wessentlicher Einsparung.

I R O D A L O M

1. Istók, B.: Gazdasági állatok takarmányozási tervezésének újabb módszere. (Mezőgazdasági Akadémia évkönyve. Debrecen. 1958.)
2. Istók, B.: Gazdasági állataink testsúlyszázalékban kifejezett takarmányfogyasztásának jellegzetességei és grafikus ábrázolása. (Egri Tanárképző Főiskola Évkönyve Eger, 1963.)
3. Istók, B.: Gazdasági állataink növekedés-fejlődésének jellegzetességei, s ezek felhasználása az állattenyésztési ismeretek oktatásában. (Egri Pedagógiai Főiskola Évkönyve Eger, 1963.)
4. Istók, B.: Gazdasági állataink táplálóanyagszükségletének jellegzetességei. (Egri Tanárképző Főiskola Évkönyve Eger, 1963.)
5. Krekó, B.—Bacsikay, Z.: Bevezetés a lineáris programozásba. (Bp. 1957.)
6. Perge, I.—Istók, B.: Az élősúlyhoz viszonyított takarmányszükségleti tervezés nomogram segítségével. (Egri Tanárképző Főiskola Tudományos Közleményei I. 1963.)
7. Tóth J.: A takarmánynövények vetésterülete optimális arányainak meghatározása. (Statistikai Szemle. Bp. XXXIX. évf., 12. sz.)